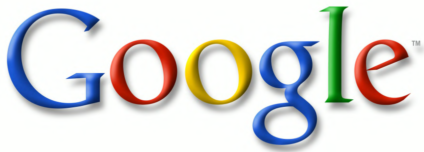



Ex-libris
Charles Atwood
Kofoid


F·G·KOSTER·BOEKBINDER·
AMSTERDAM

Leonardo da Vinci
als Naturforscher.



Ein Beitrag zur Geschichte der Naturwissenschaft im Zeitalter der Renaissance.

Von

Fritz Raab,
in Wien.

> La sperienza non falla mai, ma sol fallano i vostri giudizii, promettendosi di quella efetti tali, che ne' vostri esperimenti causati non sono.
>
> Leonardo.



Berlin SW. 1880.

Verlag von Carl Habel.

(C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.)

33. Wilhelm-Straße 33.

In jenen glücklichen Tagen, da ein neuer Frühling über das alte Europa hereinbrach, und allerwärts die Geister aus dem mittelalterlichen Schlummer zu neuem Leben erwachten, in der Zeit der Wiedergeburt der Künste und Wissenschaften, traten in verschiedenen Ländern Gelehrte und Künstler auf, deren Vielseitigkeit uns heute, wo der Grundsatz der Arbeitstheilung allenthalben in so ausgedehnter Weise zur Geltung gelangte, kaum glaublich erscheint. Insbesondere in Italien gab es damals einzelne ausgezeichnete Männer, welche nicht allein auf dem weiten Gebiet der bildenden Kunst durch neue und gewaltige Schöpfungen Mit- und Nachwelt zur Bewunderung hinrissen, sondern auch durch wissenschaftliche Leistungen glänzten, und nebenbei als Menschen durch persönliche Vorzüge hoch über ihre Zeitgenossen emporragten. Und als einen der umfassendsten Geister jener denkwürdigen Epoche bewundern wir Leonardo da Vinci.

Bei dem Namen Leonardo denken wir zunächst an das Abendmahl, an die Mona Lisa. Doch gilt diesmal unsere Betrachtung nicht den gefeierten Kunstwerken Leonardo's, nicht seinem berühmten Wettstreit mit dem gewaltigen Michel Angelo, nicht seinem mächtigen Einfluß auf den jungen Rafael; mit einem Wort nicht seiner kunstgeschichtlichen Bedeutung. Eine andere, weniger gekannte Seite dieses reichbegabten Genius zu würdigen soll diesmal unsere Aufgabe sein. Denn wie der Meister durch den Liebreiz seiner Frauenbildnisse zu entzücken, und durch die Würde seiner Apostelgestalten zu erheben wußte,

verstand er es auch durch endgültige Lösung schwieriger physikalischer Aufgaben in der Geschichte der Wissenschaft sich ein unvergängliches Denkmal zu setzen. Wir wollen nun, mit Hülfe seines handschriftlichen Nachlasses, die wissenschaftliche Thätigkeit dieses vielseitigen Geistes verfolgen, und Leonardo, den wir bisher als Künstler gefeiert, als Denker verehren lernen. Wir wollen den Meister belauschen bei der Wage und beim Schmelzofen, wie er dem geheimnißvollen Walten der Naturkräfte nachspürt, ihre Gesetze erforscht, und sie mit kundiger Hand seinem gewaltigen Willen dienstbar macht. Um aber das Bild seiner geistigen Entwickelung unserem Verständniß näher zu rücken, müssen wir, anknüpfend an seine bekanntesten Kunstschöpfungen, von den leider spärlich überlieferten Lebensschicksalen des merkwürdigen Mannes die wichtigsten uns kurz in's Gedächtniß zurückrufen.

Leonardo's Geburt fällt in das Jahr 1452 und der Roman seines vielbewegten Lebens beginnt so zu sagen mit dem ersten Tage seines Daseins. Denn von den vier Frauen, die sein Vater, Ser Piero da Vinci, Notar der Signorie von Florenz, in rascher Aufeinanderfolge als Gattinnen heimführte, war keine Leonardo's Mutter. Doch fand der kleine Leonardo liebevolle Aufnahme in der Familie, und wuchs auf dem Schlosse Vinci, dem Besitz seines Vaters, umgeben von der prächtigen Natur des Arno-Thales, unter zahlreichen Geschwistern zum Knaben heran[1]). Hier erhielt er, der Sitte der Zeit gemäß, mit seinen Brüdern von einem humanistisch gebildeten Lehrer den ersten Unterricht. Kaum dem Knabenalter entwachsen, und eben mit den nothwendigsten Kenntnissen ausgerüstet, wurde er von seinem Vater dem Verocchio, einem angesehenen Künstler und beliebten Lehrer in Florenz, zur Ausbildung seiner frühherwachten künstlerischen Anlagen übergeben.

Unter der Schule des Verocchio dürfen wir uns kein modernes Maleratelier vorstellen. Aus der Werkstätte Verocchio's

gingen in ganz Italien gerühmte und gesuchte Kelche, Reliquienkästchen und Bijouterien hervor, und seine Gemälde mit dem harten, fast reliefartigen Gepräge ihrer Gestalten verleugnen nicht die kräftige Hand des Goldschmieds. Doch war Verocchio ein Künstler im wahren Sinne des Wortes, und bewies durch die Reiterstatue des Generals Colleoni in Venedig, daß er den höchsten Anforderungen der damaligen Zeit zu genügen vermochte. Sowie der Meister selbst heute am Schmelzofen, morgen an der Stafelei thätig war, so hielt er auch seine Schüler zu den verschiedenartigsten Arbeiten an. Die Kunst stand hier im engen Bund mit dem Handwerk, und nur die geistige Begabung schied den Künstler vom Handwerker.

Ein Blick auf die Gewerbs- und Handelsverhältnisse jener Zeit erklärt uns diese innige Verbindung in natürlicher Weise. Wie in Deutschland Nürnberg, so bildete in Italien Florenz bis zum Ende des 15. Jahrhunderts den Mittelpunkt des Binnenhandels. Die Erzeugnisse seiner Industrie: feine Wollstoffe, Seidengewebe, Gold- und Silberbrokate, Schmuckgegenstände aller Art beherrschten geradezu den europäischen Markt. Durch seine gewerbliche Thätigkeit allein konnte Florenz mit den durch ihre unmittelbare Lage am Meer für den Handel mehr begünstigten Schwesterstädten, Genua und Venedig, erfolgreich concurriren. Seinem regen Gewerbfleiß verdankte es die reichen Mittel, welche die nothwendige materielle Unterlage zum Aufblühen der Künste und Wissenschaften unter den Mediceern bildeten. In jener Zeit, wo man blutige Kriege führte, um sich eines lukrativen Industriezweiges zu bemächtigen, wo Vervollkommnungen in den Fabrikationsmethoden als Staatsgeheimnisse und ihr Preisgeben als Verrath am Vaterlande betrachtet wurden, kann uns der hervorragende Antheil der vornehmsten Geister an den Verbesserungen der technischen Hülfsmittel nicht befremden. Und wir werden sehen in welch' ausgedehntem Maße ein so ausgezeichneter künstlerischer Genius,

wie Leonardo da Vinci, die Fortschritte der Industrie förderte. Die nothwendige Vorbildung aber zu den verschiedenen technischen Fertigkeiten erhielt Leonardo ohne Zweifel in der Schule des Verocchio, und unter der steten Beschäftigung mit künstlerischen und technischen Arbeiten entwickelte sich der Knabe zum Jüngling.

Wie durch eine ungewöhnliche geistige Begabung kennzeichnete ihn die Natur durch eine einnehmende äußere Erscheinung als ihren erwählten Liebling. Auf dem Selbstbildniß des Meisters, in der Blüthe des Mannesalters, sehen wir das dichtgelockte, dunkle Haar in urwüchsiger Fülle auf die breiten Schultern niederwallen und einen mächtigen, bis zur Brust herabfallenden, schwarzen Bart das ovale, blasse Antlitz umrahmen. Den würdevollen Ernst, der um die hohe Denkerstirne sich lagert, mildern ein paar seelenvolle, freundlich blickende Augen. Der geistvollen und liebenswürdigen Physiognomie entsprach eine edle Gestalt, und bei den Zeitgenossen galt Leonardo als der schönste Mann Italiens. Begabt mit einer ungewöhnlichen Körperstärke, that er es den Altersgenossen zuvor als kühner Schwimmer, verwegener Reiter, eleganter Fechter und ausdauernder Tänzer. Anmuth und Kraft vereinten sich in seltener Weise in seiner Person. Mit derselben Hand, die über die Saiten gleitend, der Laute berauschende Töne entlockte, bog er ein Hufeisen wie einen Streifen Blei, mit derselben Hand, welche die zarten Umrisse eines holden Frauenantlitzes auf die Leinwand zauberte, bändigte er das wildeste Roß im schnellen Lauf. Sein offenes Wesen und seine angenehmen Umgangsformen erschlossen ihm die geselligen Kreise von Florenz. Die Herzen der Frauen nahm er gefangen durch seine bezaubernde Erscheinung, seine poetische und musikalische Begabung, und nicht zum geringsten durch seine unermüdliche Tanzlust; den heiteren Gelagen der Freunde verlieh er durch anmuthiges Plaudern erhöhten Reiz[2]). So reifte Leonardo,

inmitten des üppigen Lebens der Mediceerstadt, getheilt zwischen ernster Arbeit und rauschenden Festen vom Jüngling zum Manne. Bewundernswerth erscheint die Willenskraft des Jünglings, der von den lärmenden Festlichkeiten weg zu mathematischen und physikalischen Studien eilte, die mehr als andere der Ruhe und Sammlung des Geistes bedürfen. Leider schweigen die Biographen über diesen wichtigen Abschnitt seines Lebens und von seinen Werken aus dieser Zeit gelangten nur spärliche Ueberreste auf die Nachwelt.

Schon in Florenz hatte Leonardo einen namhaften Kreis von Schülern um sich versammelt und neben der eigentlich künstlerischen Thätigkeit muß er sich mit vollem Eifer auf die Verwerthung seiner mechanischen Kenntnisse für die Technik verlegt haben. Denn als er in Florenz keinen seiner Neigung und Begabung entsprechenden Wirkungskreis fand, richtete er jenes berühmte Schreiben an den Herzog Ludovico Moro nach Mailand, worin er seine mannichfachen Fähigkeiten für Kriegs- und Friedenszwecke ausführlich darlegt[3]). Da es uns den besten Maßstab abgiebt für die Kenntnisse des damals etwa dreißigjährigen Mannes lassen wir dasselbe im Wortlaute folgen:

Gnädiger Herr, da die Leistungen derer, die sich Meister nennen, in der Kunst Kriegsgeräthe zu erfinden, wie ich aus eigener Anschauung weiß, nichts Neues und Außergewöhnliches darbieten, erlaube ich mir, ohne jemanden schaden zu wollen, Eurer Herrlichkeit meine Geheimnisse mitzutheilen, und hoffe, wenn es Ihnen gefällt, alle die in diesem kurzen Schreiben erwähnten Dinge zu geeigneter Zeit mit dem gewünschten Erfolg auszuführen:

1. Ich kann leichte tragbare Brücken bauen, um den Feind zu verfolgen oder ihm zu entfliehen, sowie andere, die durch Feuer und Schwert unangreifbar, aber doch bequem abzubrechen und aufzuschlagen sind; die Brücken des Feindes vermag ich anzuzünden und zu zerstören.

2. Bei einer Belagerung kann ich das Wasser der Gräben ableiten, Sturmleitern und andere zu dem Zweck nützliche Vorrichtungen construiren.

3. Wenn die Höhe des Walles oder die Lage des Platzes den Angriff mit Kanonen bei einer Belagerung nicht gestattet, so vermag ich jeden Thurm oder jedes andere Befestigungswerk, das nicht auf Felsen gebaut ist, zu zerstören.

4. Ich kenne ein Verfahren leichte und bequem transportable Kanonen zu verfertigen, womit man brennende Stoffe auswerfen kann, deren Rauch Schreck, Schaden und Verwirrung unter dem Feinde anrichtet.

5. Dann verstehe ich unterirdische Gänge zu graben, um zu einem Platz, der anders nicht zu erreichen ist, ohne jeden Lärm zu gelangen, und kann, erforderlichen Falls, auch unter einem Graben oder Flußbett vordringen.

6. Ebenso verfertige ich gedeckte, sichere und unangreifbare Wagen, die mit ihrem Geschütz in die Feinde eindringen, denen keine noch so dichte Menge Widerstand zu leisten vermag, und hinter welchen die Infanterie unversehrt und ohne Hinderniß folgen kann.

7. Geschütze, Mörser und Wurfgeschosse kann ich nach Bedarf, in schöner und nützlicher Form, ganz verschieden von den gewöhnlich üblichen, gießen.

8. Dort wo Kanonen nicht verwendbar sind, ersetze ich sie durch andere, bisher unbekannte Schußwaffen von wunderbarer Wirkung, und je nach Erforderniß bereite ich verschiedene Angriffswaffen.

9. Auch für den Fall einer Seeschlacht halte ich eine Anzahl Angriffs- und Vertheidigungswaffen bereit, sowie Schiffe, welche dem Feuer der schwersten Geschütze widerstehen, endlich Pulver und Zündstoffe.

10. In Friedenszeiten glaube ich mit jedem den Vergleich auszuhalten in der Architektur, in der Errichtung öffentlicher

und privater Bauten, in der Herstellung von Wasserleitungen. Ebenso führe ich Bildwerke in Marmor, in Bronce und in Erde, und Gemälde aus, wie es irgend einer, und wer es auch sei, vermag. Ferner könnte ich an dem Reiterstandbild in Bronce arbeiten, das zu unsterblichem Ruhme und ewiger Ehre Eures verstorbenen Vaters und des erlauchten Hauses Sforza errichtet werden soll. Und wenn jemandem einige der erwähnten Dinge unmöglich oder unausführbar erscheinen sollten, erbiete ich mich in Eurem Garten, oder wo es Eurer Herrlichkeit sonst gefällt, davon eine Probe abzulegen.

Den unruhigen Zeiten entsprechend stellt Leonardo seine kriegstechnischen Fähigkeiten in den Vordergrund. Bei dem jungen, dem niedern Stande entsprossenen Dynastengeschlecht der Sforza, welches eine eben erworbene Herrschaft gegen angriffslustige Nachbarn zu vertheidigen und im Innern, den erhöhten Anforderungen der Zeit gemäß, einzurichten hatte, hoffte Leonardo einen seinen reichen Gaben, seiner Thatenlust und seinen regem Schaffensdrang genügenden Wirkungskreis zu finden. Und diese Hoffnung wurde nicht getäuscht. Ludovico Moro, welcher damals für seinen unmündigen Neffen die Regierung führte, berief Leonardo nach Mailand und ertheilte ihm den ehrenvollen Auftrag für Franzesco Sforza, den Gründer der Dynastie, der sich vom Condottiere zum Herzog von Mailand aufgeschwungen hatte, ein Reiterdenkmal in Erz auszuführen. Als das Modell dieses Standbildes nach jahrelangem Schaffen, gelegentlich der Vermählung des Kaisers Max mit Bianca, der Tochter von Galeas Mario Sforza (1490), zur öffentlichen Besichtigung ausgestellt wurde, hallte nicht nur Mailand, sondern ganz Italien von dem Ruhme des Künstlers wieder.

In Mailand gründete Leonardo eine Akademie, welche als erste Schule der Wissenschaft und der schönen Künste eines angesehenen Rufes über die Grenzen Italiens hinaus sich erfreute,

und als leuchtendes Vorbild galt für alle ähnlichen Anstalten, die später in Europa errichtet wurden. Als Lehrer an dieser Schule, also etwa von 1483 bis 1499, entwarf Leonardo eine Anzahl von Schriften[4]), welche bedauerlicher Weise das Schicksal der meisten Kunstwerke des Meisters theilten, und größtentheils dem Untergang anheimfielen. Aber selbst die spärlichen Bruchstücke derselben, die gegenwärtig in Mailand und Paris aufbewahrt werden, umfassen eine solch erstaunliche Menge von werthvollen Beobachtungen und so wichtige Ergebnisse wissenschaftlicher Betrachtungen, daß man eher eine Encyclopädie der Wissenschaft und Kunst jener Zeit vor sich zu haben glaubt, als die flüchtigen Notizen eines einzelnen Mannes. Diese mit Buchstaben und Zeichnungen bedeckten Bogen bilden gleichsam das Tagebuch seines Geistes, sie enthalten Aufschreibungen von Einfällen, wie sie der Augenblick ihm eingab: heute die Skizze eines reizenden Frauenkopfes, an derem Rand ein Sonett, morgen den Aufriß einer Kirche, daneben eine algebraische Berechnung, ein anderes Mal den Entwurf einer Maschine und zur Seite Bemerkungen über den Lauf der Gestirne und den Aufbau der Erde.

Ein Theil dieser Schriften verräth durch die Form der Abfassung deutlich seine Bestimmung, als Leitfaden bei den Vorträgen in der Akademie zu dienen; ein anderer aber entstand nachweislich im Kriegsgetümmel auf einer im Dienste Cesar Borgia's unternommenen Reise durch Umbrien, und die Romagna. In der Muße pflegte Leonardo diese mannigfachen Beobachtungen und Einfälle nach ihrem Inhalt systematisch zu ordnen und, wie aus zahlreichen Hinweisen in den erhaltenen Manuskripten hervorgeht, bestanden solche geschlossene, in Capitel getheilte Abhandlungen über die Malerei, über Wasserbaukunst, über Bewegung, Stoß und Reibung der Körper, über Maschinenwesen und über vergleichende Anatomie. Die Eigenthümlichkeit Leonardo's von rechts nach links, in Spiegelschrift,

zu schreiben, läßt auf den ersten Blick seine Manuskripte mit unleserlichen Hieroglyphen bedeckt erscheinen, und dieser Umstand mag im Verein mit der Sorglosigkeit der ersten Besitzer wohl dazu beigetragen haben, daß ihr Inhalt sehr langsam und unvollkommen bekannt wurde.

Am bekanntesten von allen Schriften Leonardo's ist die Abhandlung über die Malerei. Wir lernen aus derselben, daß Leonardo bei seinem künstlerischen Schaffen nicht unbewußt der Eingebung seines Genius folgte, sondern erst nach reiflicher Ueberlegung und sorgfältigen Studien an das Werk ging. Nach seiner Ansicht verdient der Maler das höchste Lob, der die Körper auf der ebenen Fläche seiner Tafel so darzustellen vermag, daß dieselben möglichst erhaben und abgerundet erscheinen. Nur die unverständige Menge legt das Hauptgewicht auf Farbenpracht. Darum sucht er auch seine Schüler in alle Geheimnisse der Perspective, die er das „Steuerruder der Malerei" nennt, einzuweihen. Und heute noch können wir dem Anfänger den Begriff der Linearperspective nicht besser deutlich machen als mit den Worten Leonardo's: „Nehmet eine Glastafel und befestigt sie lothrecht zwischen einem Auge und dem Gegenstand, den Ihr zeichnen wollt; dann tretet um zwei Drittel eures Armeslänge von der Glastafel zurück, haltet euren Kopf ruhig, ohne Bewegung, schließt ein Auge und zeichnet alles, was ihr durch das Glas sehet." Nach dieser Vorschrift erhält man in der That auf die einfachste Weise das richtig nach den Regeln der Linearperspective gezeichnete Bild. Zur naturgetreuen Darstellung eines Gegenstandes genügt aber nicht allein ein richtiges Verhältniß der Linien, auch die Farbe muß der Entfernung gemäß abgestuft sein. Denn je weiter die Gegenstände entfernt sind, desto dickere Luftschichten schieben sich zwischen sie und den Beschauer ein, und um so mehr verlieren die Farben an Glanz und Helligkeit, die Umrisse an Schärfe und Deutlichkeit. Außer den Grundsätzen für die

Linearperspective stellte Leonardo auch die für die Luftperspective zuerst fest, und mit Recht nennt ihn Correggio, der gepriesene Meister des Helldunkels, seinen Lehrer.

Wie leicht Leonardo den Uebergang von der Kunst zur Naturbetrachtung im Allgemeinen fand, beweist die, an den Einfluß der Luft auf die Farben anknüpfende, Bemerkung: Die blaue Farbe des Himmels rührt gleichfalls her von der Dicke der erleuchteten Luft, die sich zwischen der oberen Finsterniß und der Erde befindet; am Horizont erscheint das Blau heller als über unseren Häuptern, wo die Gesichtslinie durch eine geringere Menge der von dicken Feuchtigkeiten eingenommenen Luft streicht. Seinem scharfen Blick entging nicht der Einfluß des gelben, künstlichen Lichtes auf die Farben, ebenso kannte er die Erscheinungen des Contrastes, denn er hebt ausdrücklich hervor, jede Farbe erscheine an den Grenzen einer ihr an Helligkeit entgegengesetzten viel vortheilhafter, das Schwarze dort dunkler, wo es an das Helle anstößt und umgekehrt. Großen Werth legt der Meister ferner auf die richtige Vertheilung von Licht und Schatten und führt schließlich den Grund an, warum ein Gemälde, das nach allen Regeln der Linear- und Luftperspective, nach Beleuchtung und Farbe so vollkommen als möglich ausgeführt ist, doch niemals die Gegenstände so erhaben zeigen kann als diese in Wirklichkeit unseren Augen erscheinen. Denn in der Natur sehen wir jeden Gegenstand mit zwei Augen, wovon jedes einen etwas verschiedenen Standpunkt im Raum einnimmt; wir erhalten daher zwei Bilder von jedem einzelnen Gegenstand, die wir in der Vorstellung zu einem körperlichen Ganzen verschmelzen.

Da die Araber (mit Ausnahme der zum Theil dem Ptolomeus entlehnten Arbeiten des Alhazen) auf dem Gebiete der Optik nichts wesentlich Neues gebracht hatten, knüpfte Leonardo mit seinen, zunächst allerdings mit Rücksicht auf die bildende Kunst unternommenen, Studien über Perspective an die vor

anderthalb Jahrtausenden von Claudius Ptolomeus angestellten Untersuchungen über Strahlenbrechung an. Die Bezeichnung Perspective darf uns nicht irre machen, denn die Schriftsteller des Mittelalters von Roger Bacon bis auf Johannes Müller von Königsberg verstanden darunter nach dem Vorgang der Alten die Untersuchungen über das Licht überhaupt, und der Ausdruck Perspective galt ihnen als gleichbedeutend mit Optik. Daher betritt auch Leonardo in seiner Perspective häufig das Gebiet der allgemeinen Optik. Lange vor Cardanus (1530) und Porta (1558) beschrieb er die Camera obscura: „Wenn die Bilder von beleuchteten Gegenständen durch ein kleines rundes Loch in ein sehr dunkles Zimmer fallen, so sieht man diese Bilder im Innern des Zimmers auf weißem Papier, welches in einiger Entfernung von dem Loche aufgestellt ist, in voller Form und Farbe; sie sind aber in der Größe verringert und stehen auf dem Kopf." Die Verkleinerung und Umkehrung des Bildes leitete er, so wie es heute geschieht, von dem Gang der Lichtstrahlen ab, und in seiner genialen Weise zögerte er nicht, diese Entdeckung zur Erklärung des Sehens zu verwerthen. Die Alten besaßen vom Auge und dem Sehen nur dunkle Vorstellungen, die mehr auf fantasievollen Fictionen als auf den Ergebnissen methodischer Forschung beruhten. So ließen sie irriger Weise die Lichtstrahlen durch die Pupille ausströmen, und die Gegenstände beim Sehen gleichsam betasten. Leonardo nun zeigte wie umgekehrt die Lichtstrahlen in's Auge eindringen und verglich, gestützt auf seine anatomischen Kenntnisse des Auges, den Vorgang beim Sehen mit dem in der Camera obscura, ja er verfertigte, um seine Schüler von der Richtigkeit seiner Ansicht zu überzeugen, sogar ein künstliches Auge. Diese wichtige Entdeckung aber berechtigt den großen Meister mit Johannes Kepler, der etwa hundert Jahre später den mathematischen Nach-

weis dieser Anschauung erbrachte, in den Ruhm der Begründung der physiologischen Optik sich zu theilen.

Als die Kunst allmählich die beengenden Fesseln überkommener Formen abstreifte und allseitig das Bestreben nach Naturwahrheit hervortrat, empfand der bildende Künstler, der seinen Gestalten lebensvolle Wahrheit einflößen wollte, das unabweisbare Bedürfniß den menschlichen Körper nicht allein nach seinen äußeren Umrissen, sondern auch nach seiner innern Einrichtung gründlich zu kennen. Denn um die menschliche Gestalt wahrhaft lebendig von innen heraus darzustellen, dazu bedurfte er vor Allem des richtigen Verständnisses ihres Aufbaues. Bei den Aerzten, den naturgemäßen Vertretern der Anatomie, fand der wißbegierige Künstler keine befriedigenden Aufschlüsse, denn mit den anatomischen Kenntnissen der Mediciner im Mittelalter sah es gar traurig aus. Die Araber, welchen die mittelalterlichen Aerzte Europas ihre geringe Wissenschaft verdankten, blieben, so sehr sie sonst in naturwissenschaftlichen und besonders in medicinischen Fächern sich auszeichneten, in der Anatomie völlig unfruchtbar, weil ihnen der Islam das Oeffnen von Leichen verwehrte. Die Auszüge und Erläuterungen der Griechen und des Galenus, worauf sie sich beschränkten, und die von den Arabisten (so nennt man die Uebersetzer der medicinischen Schriften der Araber im Mittelalter) in barbarisches Latein übertragen wurden, mußten dem anatomischen Bedürfniß der Aerzte genügen, denn auch im Abendlande waren während des Mittelalters Leichenöffnungen verpönt. Erwähnt doch Mondino de' Luzzi aus Bologna († 1326), dessen, zum Theil aus dem Canon des Avincenna wörtlich copirtes Lehrbuch der Anatomie durch mehr als zwei Jahrhunderte an allen medicinischen Schulen Italiens fast ausschließlich in Gebrauch stand, ausdrücklich als etwas bemerkenswerthes, er habe drei Leichen zergliedert.

Unter diesen Umständen kann uns der Mangel naturgetreuer

Abbildungen, eines wichtigen Hülfsmittels anatomischen Studiums nicht weiter befremden. Die ersten Versuche in dieser Richtung überhaupt verdanken wir Johannes de Ketham, einem deutschen, zu Ende des 15. Jahrhunderts in Italien lebenden Arzte, der eine umfangreiche Sammlung damals gangbarer medicinischer Schriften herausgab und mit zahlreichen Holzschnitten nach oberitalienischer Kunstweise, namentlich der Mantegnas, ausstattete. Diese Abbildungen wurden nach der traditionellen irrthümlichen Ueberlieferung angefertigt, und aus einer solchen schematischen Zeichnung von Magnus Hundt (Professor der Medicin an der Universität in Leipzig 1501) sehen wir mit Staunen, welche geradezu abenteuerlichen Vorstellungen von der Lage und Form der menschlichen Eingeweide noch am Beginn des 16. Jahrhunderts unter den Aerzten gang und gebe waren.

Die großen Künstler des Cinquecento mußten also selbst Hand anlegen und die Anatomie, die sie so dringend benöthigten, mit schaffen helfen. Leonardo vor allem empfand bei dem Bestreben die unerschöpfliche Fülle seiner Gedanken und Empfindungen in der Menschengestalt zu verkörpern, den Abgang an anatomischen Kenntnissen und wußte wie keiner diesem Mangel durch eigene Arbeit abzuhelfen. Es gab keine Anatomie, aber Leonardo war ganz der Mann eine solche zu schaffen. In Marc Antonio della Torre, der, einer lombardischen Fürstenfamilie entsprossen, als Jüngling schon eine medicinische Schule in Pavia gegründet hatte, fand Leonardo bei diesen Bemühungen einen entgegenkommenden Geist. Unbefriedigt von den traditionellen Irrthümern des Mondino und der Thieranatomie des Galenus ging Marc Antonio bei der Natur selbst in die Lehre, und zergliederte zahlreiche Leichen. Eine Reihe herrlicher anatomischer Zeichnungen von Leonardo's Hand, die Früchte dieser gemeinsamen Studien, setzen den beiden genialen Männern ein unvergängliches Denkmal als Schöpfer der bildlichen Anatomie[6]).

Diese lange verschollenen Zeichnungen wurden in neuerer Zeit wieder an's Licht gezogen. Ein Fascikel der Manuscripte Leonardo's kam wahrscheinlich durch den Grafen Arundel, der 1636 als Gesandter bei Kaiser Ferdinand II. weilte, in den Besitz König Karls I. von England, und blieb nebst Handzeichnungen von Hans Holbein in einem besonderen Schrank auf Schloß Kensington verwahrt, wo es im vorigen Jahrhundert Dalton, der Bibliothekar Georg III., auffand. Dieser Band führt die Aufschrift: „Dissegni di Leonardo da Vinci restaurati da Pompeo Leoni" und enthält auf 235 Blättern 779 in verschiedener Manier mit schwarzer und rother Kreide auf blauem, braunem und rothem Papier ausgeführte Zeichnungen. Außer Portraits, Karrikaturen, Reit-, Fecht- und Turnier-Gegenständen, Darstellungen aus der Optik, Mechanik und Hydraulik, finden sich darunter zahlreiche, sehr genau mit feiner Feder ausgezogene Abbildungen von Knochen, Muskeln, Blutgefäßen und Eingeweiden, vom Gehirn, Ohr und Auge, in voller Naturwahrheit und höchster künstlerischer Vollendung. Diese Abbildungen übertreffen in mancher Hinsicht, besonders an Feinheit der Ausführung, die berühmten, so lange dem Tizian zugeschriebenen Zeichnungen in Vesal's Anatomie (1538). Paolo Lomazzo, welcher sie bei Francesco Melzi sah, nannte sie „divinamente dissegnati" und ihrem wissenschaftlichen Werth spendete J. Hunter, der bedeutendste Anatom und Physiologe des vorigen Jahrhunderts, kein geringeres Lob, indem er erklärte: „Ich halte Leonardo für den besten Anatomen und Physiologen seiner Zeit; sein Lehrer und er wußten zuerst den Geist der anatomischen Studien zu wecken." Auf Hunter's Veranlassung nahm Chamberlaine, der eine Auswahl der erwähnten Handzeichnungen Leonardo's herausgab, in seine Sammlung einige Tafeln mit anatomischen Abbildungen auf. Knox, ein ausgezeichneter englischer Anatom, welcher kürzlich die Originalien studirte, behauptet sogar, die Darstellung, welche

Leonardo von dem Klappenapparate des Herzens, besonders von den halbmondförmigen Aortenklappen in den verschiedenen Stellungen gebe, könne nur auf einer richtigen Vorstellung ihrer Function beruhen: Leonardo müsse also 100 Jahre vor Harvey den Kreislauf des Blutes gekannt haben.

Uebrigens begnügte sich Leonardo nicht mit der Kenntniß des todten Körpers, sondern dehnte seine Untersuchungen auch aus auf die Lebensthätigkeit einzelner Organe. Die Ergebnisse dieser Studien sind zum Theil in dem Tractat von der Malerei enthalten, wo er nicht allein die Verhältnisse des ruhenden Körpers, sondern auch dessen willkürliche und unwillkürliche Bewegungen in den Kreis seiner Betrachtungen zieht. Er beginnt mit der einfachen Beugung und Streckung der einzelnen Glieder und erklärt das Gehen, ganz im Sinne der modernen Physiologie, als ein stetes Fallen nach vorwärts. Dann erörtert er ausführlich den Einfluß der Beschäftigung auf die Haltung des Menschen, indem er auseinandersetzt, welche Muskeln beim Heben, Tragen, Schleppen einer Last, beim Ausholen zum Wurf oder beim Schwingen einer Keule thätig sind, und wie der Körper in den verschiedenen, durch diese Muskelactionen bedingten Stellungen im Gleichgewicht bleibt. Leonardo dürfte also der Erste gewesen sein, der wissenschaftliche Untersuchungen über Statik und Mechanik des menschlichen Körpers anstellte Seine Schüler wies er an, nach dem Beispiel der Alten, auf dem Fechtboden die verschiedenen Bewegungen des menschlichen Körpers zu studiren; er schrieb selbst eine wissenschaftliche Abhandlung über die Fechtkunst. Um dagegen die unwillkürlichen, durch Schmerz, Freude, Zorn, Schreck und andere Affecte ausgelösten Bewegungen richtig zu erfassen, rieth er den jungen Künstlern, sich unter das Volk zu mischen, wo die einzelnen Regungen des Gemüths ungezwungen in Mienenspiel und Geberde sich ausprägen.

Die Beschäftigung am Reiterdenkmal nöthigte Leonardo

seine anatomischen Untersuchungen auf das Pferd auszudehnen und seine Bemühungen Flugmaschinen für den Menschen zu bauen, veranlaßten ihn, die Anatomie der Vögel und die Mechanik des Vogelfluges zu erforschen. Damit betrat er das Gebiet der vergleichenden Anatomie, und über seine beim anatomischen Studium und Unterricht befolgte Methode giebt folgende Note Aufschluß: „Ich will den Unterschied darlegen zwischen dem Menschen, dem Pferde und anderen Thieren. Ich beginne mit den Knochen und lasse hierauf alle jene Muskeln folgen, die sich ohne Sehne an zwei Knochen ansetzen, dann die, welche an jedem Ende oder nur an einem mit einer Sehne versehen sind. — Ich will die Anatomie des Beines bis zur Hüfte in jeder Hinsicht auseinandersetzen und die verschiedenen Muskellagen, die Venen, die Arterien, die Nerven, die Sehnen und die Knochen zeigen; letztere aber muß man durchsägen, um ihre Dicke kennen zu lernen.“ Glaubt man bei diesen Worten nicht einen Professor der Anatomie unserer Tage am Leichentische sprechen zu hören?

Nicht weniger als der Mensch und die Thiere erregte sein Interesse die vielgestaltige Pflanzenwelt. Mit Künstlerauge durchforschte er Form, Anordnung und Vertheilung der Blätter und Zweige der Bäume. Um die Blattform zu fixiren gab er eine genaue Anweisung zu dem in neuerer Zeit von Hauer in Wien weiter ausgebildeten Naturselbstdruck von Pflanzentheilen. Sein Auge blieb aber auch hier nicht auf der äußeren Erscheinung haften, er suchte die Lebensbedingungen der Pflanzen zu ergründen und die Art ihrer Ernährung darzulegen. Die stärkere oder schwächere Entwickelung der Baumrinde führt er auf die Bodenbeschaffenheit zurück, er wußte, daß die Jahresringe in feuchten Jahren dicker ausfallen, als in trockenen und die verschiedenen Abstände derselben vom Centrum des Stammes erklärte er aus der Lage des Baumes nach Süden oder Norden[7]). Das sechste Buch der Abhandlung über die Malerei

beschäftigt sich ausschließlich mit Pflanzenkunde und im Codex Atlanticus beschreibt Leonardo selbst einen, der in neuester Zeit so vielfach geübten Fütterungsversuche: „Ich machte mit einem Bohrer ein kleines Loch in einen Baum und goß in Weingeist gelösten Arsenik und Sublimat hinein, um seine Früchte giftig zu machen oder ihn auszutrocknen. Ferner beabsichtige ich dieses Loch, während die Früchte reifen, bis an das Mark zu führen, und die erwähnte giftige Lösung mit einer Spritze hineinzutreiben. Dasselbe könnte man anstellen, wenn der Baum in Saft ist.“ Treffende Bemerkungen über den Einfluß der Jahreszeiten auf den Charakter der Landschaft geben Zeugniß von Leonardo's feiner Naturbetrachtung.

Der Mysticismus, der damals noch die Alchemie umgab, scheint ihn von dieser Wissenschaft fern gehalten zu haben, und die Alchymisten nannte er gelegentlich „bugiardi interpreti“ der Natur[8]). Doch mußte er als Kriegsingenieur die Pulverfabrikation und die Bereitung von Zündstoffen kennen, als Erzgießer mit den verschiedenen Gußsätzen bescheid wissen. Er verschmähte es übrigens auch nicht seinen Schülern genaue Vorschriften über die Mischung von Farben und haltbaren Firnissen zu geben und solche selbst zu bereiten. Wenigstens erzählt Vasari, Leonardo habe in Rom, wo er von Leo X. den Auftrag für ein großes Gemälde erhalten hatte, mit dem Kochen von Firnissen begonnen, weshalb ihn der Papst mit den Worten: „Der Mann taugt zu nichts,“ höchst ungnädig wieder entließ. Leonardo war in dieser Richtung zu gefährlichen Experimenten geneigt, die nicht immer glücklich ausfielen. Einem solchen Versuch, mit Oelfarben auf eine feuchte Mauer zu malen, wird der rasche Verfall des herrlichen Abendmahls im Kloster St. Maria delle Grazie zugeschrieben.

Mehr noch als die Beschäftigung mit jenen Zweigen der Naturwissenschaften, die unmittelbar oder mittelbar das Gebiet

der bildenden Kunst berühren, nimmt uns Wunder der rege Eifer Leonardo's für die nach unserer heutigen Anschauungsweise dem Künstler fernliegende reine Mathematik und die Mechanik. Zahlreiche Rechnungen und geometrische Figuren in seinen Manuskripten und an den Rändern seiner Skizzenblätter beweisen, mit welcher Vorliebe er sich mit der Lösung abstrakter mathematischer Probleme abmühte, und sowohl die Algebra als die Geometrie verdanken diesen Bemühungen werthvolle Bereicherungen. Die Mechanik nannte der Meister geradezu das „Paradies der mathematischen Wissenschaften".

Die prächtigen gothischen Dome mit ihren himmelanstrebenden Thürmen bekunden auf's Glänzendste das Geschick der mittelalterlichen Baumeister mechanische Schwierigkeiten zu besiegen, und auch der Industrie fehlte es in einzelnen Fächern nicht an sinnreichen Maschinen. Als Architekt nun und wegen der schon angedeuteten innigen Beziehung zwischen Kunst und Industrie im Mittelalter, mußte Leonardo wohl vertraut sein mit den mechanischen Hülfsmitteln seiner Zeit. Lesen wir doch mit Staunen, wie er in jugendlichem Eifer sich erbot, den hohen Thurm der Kirche S. Giovanni in Florenz aus seinen Grundfesten zu heben, und dem reißenden Arno ein bequem schiffbares Bett zu graben. Trotz ähnlicher bewundernswerther Leistungen unternehmender Männer wurde während des ganzen Mittelalters die Mechanik nach handwerksmäßiger Ueberlieferung betrieben, und um ihre wissenschaftliche Begründung kümmerte sich Niemand. Das Verständniß für die von Archimedes bereits gelösten Grundprobleme der Mechanik und Hydrostatik war im Mittelalter völlig erloschen. Das Verdienst eine rationelle Behandlung mechanischer Aufgaben wieder angebahnt und die richtigen Ansichten über die einfachen Maschinen 100 Jahre vor Stevinus klar dargelegt zu haben, gebührt unstreitig Leonardo[9]). Immer tiefer eindringend in den Geist der Mechanik fand Leonardo die Gesetze der Trägheit und der Bewegung, und legte damit

den Grundstein zur mathematischen Physik, welche es später Galilei und Newton ermöglichte, die Bewegungen der Himmelskörper zu erforschen, und unsere Kenntniß der Naturerscheinungen auszudehnen von der Erde bis zu den fernsten noch sichtbaren Gestirnen des unermeßlichen Weltalls.

Mit wahrer Lust warf sich der Meister auf die praktische Verwerthung seiner mechanischen Kenntnisse, wobei er seinem erfinderischen Geist so recht die Zügel schießen lassen konnte. Wissenschaft und Industrie zogen reichlich Nutzen aus diesen Arbeiten. Die Beobachtung, daß Baumwolle begierig Feuchtigkeit aus der Luft aufnehme, veranlaßte ihn, an einer kleinen Wage zwei gleiche Gewichte von Wachs und Baumwolle zu befestigen, um zu sehen, wenn schlechtes Wetter drohe; so entstand das erste Hygrometer, das eine Bestimmung der atmosphärischen Feuchtigkeit und damit eine der wichtigsten meteorologischen Untersuchungen ermöglichte. Die alten Seefahrer bis auf die Conquistadoren des 15. Jahrhunderts schätzten den zurückgelegten Weg ihrer Schiffe nach dem Augenmaße und in den meisten Schriften über Schifffahrtskunde ist die irrige Meinung verbreitet, das Log sei zur Messung nicht früher angewandt worden, als seit dem Ende des 16. oder im Anfang des 17. Jahrhunderts. Der ersten Anwendung des Loggens geschieht aber, wie Humboldt nachwies[10]), in einem Reisejournal Maggelans vom Jahre 1521 Erwähnung. Da nun Leonardo im Codex Atlanticus einen solchen Wegmesser für Seeschiffe angiebt, so ist es ganz gut möglich, daß die Seefahrer dieses für die Kenntniß oceanischer Strömungen so wichtige Instrument seiner Erfindungsgabe danken.

Aus der großen Anzahl seiner übrigen technischen Erfindungen seien noch erwähnt: der von den Franzosen dem Pascal zugeschriebene einräderige Bergwerkskarren (Brouette), die Uförmig gebogenen Kettenglieder (Vaucanson), die bekannte, gegenwärtig allgemein übliche Thürangel mit Schneckenwindung zum Zufallen der

Thüre und ein Bratspieß, der durch erwärmte Luft gedreht wird. Entwürfe zu Webestühlen, Spinn-, Tuchscheer-, Waschmaschinen bezeugen den warmen Antheil, den der große Künstler an der Vervollkommnung der Tuchbereitung nahm, während Zeichnungen zu einer Bohrmaschine für Brunnenrohre, zu einer Maschine zum Auswalzen und Profiliren von Eisenstäben, zu einer Hobel-, Säge-, Feilhau-Maschine, zu einer Steinsäge und andere die Vielseitigkeit seines technischen Talents erkennen lassen. In gleicher Weise beherrschte Leonardo die Hydrostatik und Hydrodynamik. Nach Lomazzo[11]) soll er dreißig verschiedene Mühlen gezeichnet haben; auf uns gekommen sind Skizzen von Saug- und Druckpumpen, von Wasserrädern und hydraulischen Pressen.

Im Codex Atlanticus und anderen Manuskripten finden sich noch zahlreiche interessante physikalische Beobachtungen zerstreut; so bemerkt Leonardo an einer Stelle über die wichtige Rolle der Luft bei der Verbrennung und Athmung: „Wo eine Flamme entsteht, da erzeugt sich ein Luftstrom um sie; dieser Luftstrom dient dazu, die Flamme zu erhalten und zu vergrößern. Ein stärkerer Luftstrom macht die Flamme leuchtender. Das Feuer zerstört ohne Unterlaß die Luft, welche es ernährt, es stellt ein Vacuum her, wenn andere Luft nicht herzuströmen kann, dasselbe auszufüllen. Sobald die Luft nicht im geeigneten Zustand sich befindet, die Flamme zu erhalten, kann in ihr so wenig irgend ein Geschöpf der Erde noch der Luft leben, als die Flamme. Kein Thier kann leben, wo die Flamme nicht lebt.“ In der Absicht, das Zuströmen der Luft zu erhöhen und dadurch die Leuchtkraft der Lampen zu verstärken, ersann Leonardo den noch üblichen (gewöhnlich auf Philipp de Girard 1804 zurückgeführten) Lampencylinder. Aus seinen klaren Anschauungen über die physikalischen Eigenschaften der Luft, ihre Schwere, Elasticität und Dichtigkeit gingen wieder einige praktische Erfindungen hervor, so ein Schwimmgürtel, ein Tauchapparat für Perlenfischer, verschiedene den Vogelflug nach-

ahmende Flugmaschinen für den Menschen, und dreihundert Jahre, bevor Lenormand (1787) mit seinem Fallschirm von dem Observatorium zu Montpellier sich herabließ, hatte Leonardo einen solchen Fallschirm gezeichnet mit der Bemerkung: Se un homo ha un padiglione, intassato, che sia 12 braccia per faccia, e alto 12, potrà gittarsi d'ogni grande altezza senza danno di se.

Wie Leonardo für die Sicherheit des Landes im Falle kriegerischer Verwicklungen zu sorgen wußte, wissen wir bereits und Carlo Promis ließ sich die Mühe nicht verdrießen, für alle in dem Schreiben an den Herzog Ludovico Moro erwähnten Versprechungen aus seinen hinterlassenen Schriften die Belege zu sammeln[12]). Die Mauern der Festungen verstärkte er entsprechend der erhöhten Leistungsfähigkeit der Geschütze und über den Bau von Ravelins, über die Anlagen von Minen und die Verwendung von Sturmmaschinen giebt er ausführliche Anleitungen. Leonardo goß Kanonen in verschiedener Form und Größe und errichtete drehbare Mitrailleusen, indem er auf dem Mantel von großen Treträdern zahlreiche Büchsenläufe befestigte, die rasch nach einander abgefeuert werden konnten. Er berechnete sowohl die Tragweite seiner Geschütze, als die Flugbahn der Geschosse und erörtert eingehend den Unterschied der Wirksamkeit von steinernen und bleiernen Kugeln. Ja, die in Erfindung mörderischer Schußwaffen so produktive Gegenwart übertraf er durch die Construction einer Dampfkanone, des „Architonitrus." Es war dies eine Vorrichtung aus Kupfer, die vermittelst Wasserdampf Kugeln unter großem Geräusch weit fortschleuderte.

Während die Abhandlung über die Malerei größtentheils an die bildende Kunst sich anschließt, umfaßt das zweite der auf uns gekommenen wissenschaftlichen Werke Leonardo's, die Abhandlung über die Hydraulik, ausschließlich physikalische Erörterungen, und deren Anwendung auf den Wasserbau. Die ersten fünf Abschnitte dieses Buches enthalten die Theorie

der Hydraulik und behandeln die physikalische Beschaffenheit der Erde und des Wassers, die Wolkenbildung, die Gesetze des Gleichgewichts flüssiger Körper, die wechselnde Geschwindigkeit des Wassers in verschiedenen Höhen, je nach der Beschaffenheit und Neigung des Grundes, und schließlich die Wellen, Wirbel und andere auf die Bewegung des Wassers bezügliche Fragen. Lange vor Newton erkannte Leonardo das Wesen der Wellenbewegung, indem er die Welle als Folge eines Stoßes auffaßte, wobei aber das Wasser seinen Platz nicht verläßt[18]). Die Aehnlichkeit der Wellen des Wassers ist, wie er sich ausdrückt, groß mit den Wellen, die der Wind in einem Kornfeld hervorbringt, welche man auch über das Feld hinwegziehen sieht, ohne daß das Getreide sich vom Platz bewegt. Ein treffendes Beispiel, das noch heute in den meisten Lehrbüchern der Physik figurirt. Zum Nachweis, daß die Bewegung des Wassers wirklich in vertikaler und nicht in horizontaler Richtung fortschreitet, warf Leonardo einen Strohhalm auf die Wellenkreise, die ein in's Wasser fallender Stein erzeugt, und zeigte, wie derselbe von den Wellen gehoben und gesenkt, aber nicht weiter geführt wird. Ebenso, fährt Leonardo fort, entfernen sich die Schallwellen mit kreisförmiger Bewegung von dem Ort ihrer Entstehung. Wo keine Luft ist und kein Instrument, dieselbe in Bewegung zu setzen, giebt es auch keinen Schall. Von dieser, dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft entsprechenden Anschauung ausgehend, bemühte er sich die Entfernung der Schallquelle aus der Zeitdauer zu messen, die der Schall braucht, um an das Ohr zu gelangen.

In den letzten vier Abschnitten gelangt der Autor zur praktischen Anwendung dieser seiner theoretischen Studien, indem er die Ursachen angiebt, aus welchen das Wasser Dämme durchbricht, die Beschaffenheit dieser Durchbrüche und das geeignete Verfahren dieselben zu verhindern oder auszubessern erörtert. Dann spricht er von dem besten Vorgang Sümpfe

auszutrocknen, und die durch Ueberschwemmung ihres Erdreichs beraubten Landstrecken mit fruchtbarem Humus zu bedecken. Ferner erläutert er die beste Form eines Canals mit Rücksicht auf die zu und abfließenden Wassermassen und deren Wirkung auf den Grund und die Wände des Canals, indem er zeigt, wie durch die Form des Bettes und die Richtung der Strömung Wirbel, Unterwaschungen und Versandungen bedingt werden. Den Schluß bilden ausführliche Anweisungen über die künstliche Bewässerung trockener Landstriche, Berechnungen über die Wassermengen, die ein Canal je nach der Höhe seines Wasserstandes, je nach der Stromgeschwindigkeit, je nach Gestalt, Neigung und Größe der einzelnen Ausflußöffnungen in einer gewissen Zeit abgeben kann und andere die zweckmäßige Vertheilung des Wassers betreffende Angaben.

Diese Fülle von Erfahrungen sammelte der Meister hauptsächlich beim Bau des Canals von Martesana. Wie erwähnt, beabsichtigte Leonardo noch während seines Aufenthalts in Florenz den wegen seiner Stromschnellen unfahrbaren Arno schiffbar zu machen, und den reißenden Strom durch die Sümpfe des Val d'Arno ans Meer zuführen. Mit diesem Canalbau verband er die Absicht, die in Folge von Geröll Anschwemmungen unfruchtbaren Ebenen von Prato und Pistoja durch Zuführung von vegetabilischem Schlamm, den er zu diesem Zweck in eigenen Reservoirs aufsammeln wollte, dem Ackerbau wieder zu gewinnen. Nach Plinius sollen schon die Etrusker den vegetabilischen Schlamm der Flüsse zur Urbarmachung unfruchtbarer Landstriche verwendet haben und in toskanischen Urkunden aus dem 12. Jahrhundert geschieht eines solchen Verfahrens Erwähnung [14]). Leonardo war aber unzweifelhaft der erste, der dasselbe nach wissenschaftlichen Grundsätzen beschrieb. Von diesem Projekt befindet sich ein Entwurf in Paris und Viviani ein Schüler Galilei's, welcher 200 Jahre später die Verbindung zwischen Florenz und Pisa herstellte, wich nicht zu seinem Vor-

theile von den ursprünglichen Angaben- Leonardo's ab. Leider war es Leonardo nicht gegönnt, dieses großartige Werk in seinem Vaterlande auszuführen. Ludovico Moro wußte das technische Genie Leonardo's besser auszunutzen und ertheilte ihm den ehrenvollen Auftrag, die ungeberdige Adda in ihre felsigen Ufer zu bannen und ihre tobenden Wasser bis an die Mauern von Mailand zu leiten. Nachdem sich der Meister in der idyllischen Stille von Vaverola durch das Studium älterer Canalbauten genügend vorbereitet, ging er rüstig an das schwere Werk und vollendete im Jahre 1497 glücklich die schwierige Strecke des Martesana-Kanals von Brivio nach Trezzo. Den durch diese Wasserbauten ermöglichten Berieselungen verdankt Mailand nicht zum geringsten Theil die Fruchtbarkeit und den grünen Schmuck seiner Gefilde, und Leonardo's Wirken wurde dem Lande, das ihm gastliche Aufnahme geboten, nicht nur eine Quelle unvergänglichen Ruhmes, sondern auch materiellen Wohlstandes.

Beim Ausheben der Erde während seiner Canalbauten beobachtete Leonardo die verschiedenen Schichtungen des Erdreichs und die Funde von versteinerten Muscheln und Pflanzen regten ihn zu geologischen Studien an, deren Resultate er in weitblickenden Theorien über den Aufbau der Erde zusammenfaßte. In Betreff der am westlichen Abhang der Apeninen und in den Südalpen zahlreich vorkommenden Versteinerungen herrschten damals die irrigsten Meinungen. Hielt es doch Scilla noch im Jahre 1670 für nothwendig, gegen die Ansicht aufzutreten, die Fossilien entständen durch den wunderbaren Einfluß der Sterne[15]). Leonardo aber erkannte vor Fracastoro (1517) Bernhard Pallissy (1563) und Nil Stenson (1669), daß die Petrefacten keine miraculae naturae, sondern Ueberreste und Zeugen längst entschwundener Schöpfungsalter seien, und die Conchylien nennt er sogar „wie im Vorgefühl einer philosophi-

schen Einteilung thierischer Gestaltung": animali che hanno l'ossa di fuori.

Den Vorgang bei dieser Versteinerung aber dachte sich Leonardo in folgender Weise: „Als das durch Schlamm getrübte Wasser der Flüsse diesen Schlamm auf die Thiere des Meeres, welche die Küste bewohnen, absetzte, wurden diese Thiere vom Schlamm bedeckt und mußten unter der Last desselben aus Mangel an der gewohnten Nahrung zu Grunde gehen. Nachdem das Meer allmählig zurückgetreten war und das salzige Wasser sich verlaufen hatte, versteinerte dieser Schlamm und die Gehäuse der Muscheln blieben anstatt mit den nun zu Grunde gegangenen Thieren mit versteinertem Schlamm erfüllt. Daher befinden sich alle solche Muscheln zwischen zwei Steinen, dem einen, der sie umgiebt und dem andern, den sie einschließen. Beinahe alle versteinerten Muscheln in den Felsen der Gebirge zeigen innen noch die natürliche Schale, besonders jene, die schon alt genug waren und durch ihre Härte sich erhalten haben; von den jüngeren aber, die noch größtentheils mit schleimiger Substanz erfüllt waren, wurden nur die bereits verkalkten Theile versteinert. Jene Thiere dagegen, welche die Knochen unter der Haut haben und abseits von dem gewöhnlichen Bette der Flüsse von Schlamm umhüllt wurden, wurden sogleich von diesem Schlamm durchdrungen, welcher ihre Muskeln und Eingeweide verdrängte und nur die auseinander geworfenen Knochen übrig ließ.

Wenn man aber behaupten wollte, die versteinerten Muscheln seien von der Natur unter dem Einfluß der Sterne in den Bergen hervorgebracht worden, wie kann man erklären, daß ein solcher Einfluß an demselben Orte Muscheln von mannigfacher Art und Größe und von verschiedenem Alter zu erzeugen vermag? Und wie könnte man mir dann den in verschiedenen Höhen des Gebirges schichtenweise verhärteten Sand erklären? Dieser Sand wurde aus verschiedenen Gegenden durch den

Lauf der Flüsse dahingetragen und ist nichts anderes als zertrümmertes Gestein, das seine Ecken verlor durch die lange Umwälzung, die mannigfachen Stöße und Stürze im Strom des Wassers, das es an diesen Platz führte. Wie aber kann man glauben, daß durch der Sterne Einfluß die große Anzahl der verschiedenen Blätter im Gestein der Berge fixirt und abgedrückt worden sei und die Algen, Meereskräuter, die gemengt mit Krebsen und Schalthieren des Meeres zu einer Masse versteinert sind?

Das Meer verändert die Gestalt der Erde, und die Muscheln, die in dem Schlamm des Meeres lebten, bezeugen uns die Veränderung, welche die Erde erlitten. Die großen Flüsse führen immer Erde mit sich, welche sie aus ihrem Bett durch Reibung loslösen. Diese Corrosion läßt uns viele Muschelbänke, eingehüllt in diverse Bettungen entdecken. Die Muscheln lebten früher an demselben Ort, als das Meer sie deckte. Im Laufe der Zeit aber wurden diese Bänke von Schlamm in verschiedener Höhe bedeckt, und die Muscheln von dem herbeigespülten Schlamm allmählich, in dem Maße, als das Wasser wich, eingeschlossen. Heute sind die Gründe selbst bis zur Höhe von Hügeln und Bergen angewachsen. Die Flüsse nagen an ihnen und decken die Muschelbänke auf."

Wie Cuvier läßt Leonardo die Thäler durch die ablaufenden Fluthen einfurchen: „wenn ein Fluß Schlammhaufen oder Sandbänke bildet und sie dann verläßt, so zeigt uns das Wasser, welches sich dieser Massen entledigt, die Art und Weise, wie die Berge und Thäler allmählig von dem Terrain, welches aus dem Grunde des Meeres emporstieg, sich geformt haben können; obgleich das Land im Emporsteigen beinahe voll und vereinigt war."

Die glänzenden Entdeckungen der Spanier und Portugiesen fallen in die Blüthezeit seiner wissenschaftlichen Thätigkeit. Bei dem allgemeinen Antheil mit dem die alte Welt,

den kühnen Fahrten der Conquistadoren folgte, bedarf es kaum der ausdrücklichen Erwähnung, daß auch Leonardo den geographischen Forschungen reges Interesse entgegen brachte; zudem war der gelehrte Geograph Amerigo Vespucci, der dem von Columbus entdeckten neuen Welttheil den Namen gab, sein Landsmann und persönlicher Freund. Wenn ihm auch eine unbefangene Kritik die Autorschaft der ältesten, gegenwärtig in London aufbewahrten, Karte von Amerika abspricht, so erhielten sich doch unzweifelhaft echte kartographische Skizzen Leonardo's von Europa und von einigen an das Mittelmeer angrenzender Theile Kleinasiens, nebst topographischen Beschreibungen der Thäler von Chiavenna, Valteline und anderen, wo er mit hydraulischen Arbeiten sich beschäftigte. Bald nach der Entdeckung Amerikas ließ er sich die Gelegenheit nicht entgehen mit Berufung auf den heiligen Augustin, der bekanntlich im 17. Buch De civitate dei die Möglichkeit von Antipoden leugnete, darauf hinzuweisen, daß auch angesehene Autoren irren können.

Von der Erde wandte Leonardo den forschenden Blick gegen den bestirnten Himmel. Obwohl seit den Zeiten der Pythagoräer eine dunkle Ahnung von der Kugelgestalt der Erde bei den Astronomen vorhanden war und allmählig auch Vermuthungen über ihre Befestigung im Raume, ihre Bewegung und ihre Anziehungskraft auftauchten, so galten derlei Ansichten doch bis zu Nicolaus de Cuß, Copernicus und Galilei's Zeiten nur als Eigenthum einer auserwählten Gemeinde und sie öffentlich auszusprechen, brachte Gefahr wegen des hohen Ansehens der Kirche, die an der Weltordnung des Ptolomeus festhielt. Leonardo nun war so überzeugt von der Kugelgestalt der Erde, daß er meinte, 14 Meilen in See müßte sich dieselbe schon mit bloßem Auge erkennen lassen. Den bläulichen Schimmer, wodurch uns die dunkle Mondesscheibe in den ersten Tagen des Neumondes sichtbar wird, führt Leonardo auf den Reflex des Sonnenlichtes vom Ocean zurück und an mehreren Stellen ver-

gleicht er den Mond mit der Erde: „Die Erde wird einem Menschen auf dem Mond oder auf einem der Sterne als ein himmlischer Körper erscheinen. Den Menschen auf der Erde erscheint der Mond genau so, wie die Erde den Bewohnern des Mondes erscheinen würde. Die Erde ist nicht im Mittelpunkt der Sonnenbahn situirt, ebenso wenig in der Mitte des Weltalls. Sie ist in der Mitte ihrer Elemente, welche ihr zugetheilt und von ihr abhängig sind." Daß derlei Lehren hundert Jahre vor der Verurtheilung Galilei's ihrem Urheber den Ruf eines Haeretikers zuzogen, erscheint wohl glaublich und seine Feinde ließen sich diese Handhabe nicht entgehen, um ihm das Leben in Mailand sauer zu machen. Dieß mag einer der Gründe gewesen sein, die ihn veranlaßten, im Jahre 1499 der Stadt Lebewohl zu sagen, wo er durch zehn Jahre angesehen und segensreich gewirkt.

Hätte Leonardo alle diese verschiedenen Wissenszweige in beschaulicher Stille in der Muße eines Gelehrtenlebens cultivirt, wir würden ihm unsere Bewunderung nicht versagen. Dieß war aber keineswegs der Fall. Am Hofe der Sforza konnte von Ruhe und Beschaulichkeit nicht die Rede sein, rauschende Feste und pomphafte Aufzüge gehörten zum Lebensbedürfniß des genußsüchtigen Fürsten und des schaulustigen Volkes. Und Leonardo war die Seele aller der zahlreichen Festlichkeiten, Bälle, Schaustellungen, wodurch der Sitte der Zeit gemäß jedes wichtigere Ereigniß öffentlich begangen wurde. Bei jedem solchen Anlaß mußte Leonardo etwas Neues und Ueberraschendes ersinnen, um die überreizte Sinnlichkeit seines fürstlichen Herrn und die unersättliche Schaulust der Menge zu befriedigen. Inmitten dieses lärmenden Treibens begann Leonardo das Reiterdenkmal (1483) und die Abhandlungen über die Malerei, über Geometrie und Mechanik. Zur Feier der Hochzeit von Giovanni Galeas Sforza mit Catherina von Arragonien (1489) veranstaltete Leonardo ein großartiges Schauspiel, welches die

Bewegung der Gestirne um die Erde darstellte. Die Planeten, welche sich im Kreise um das neuvermählte Paar drehten, öffneten sich einer nach dem andern und aus ihnen traten Sängerinnen in symbolischer Gewandung hervor, um dem Herzog und seiner jungen Gemahlin zu huldigen. Um dieselbe Zeit beschäftigte sich Leonardo mit optischen Studien über Licht und Schatten und damals entstand unter seiner Mitwirkung das berühmte Werk seines Freundes Pacioli (De divina proportione) vorwiegend mathematischen und kunsttheoretischen Inhalts[16]).

Als Ludovico Moro mit Beatrix von Este sich vermählte (1492), galt es wieder Hochzeitsfeierlichkeiten im großartigen Maßstab zu insceniren, daneben mußte der Meister den Hochzeitscontrakt mit Miniaturen zieren, und den herzoglichen Palast als Architekt und Maler für die junge Fürstin ausschmücken. Im nächsten Jahre wiederholten sich die Feste gelegentlich der Heirath des Kaiser Max mit Bianca Sforza, wobei das vor zehn Jahren begonnene Modell des Reiterstandbildes zum ersten Mal zur öffentlichen Besichtigung ausgestellt wurde. Nicht befriedigt von dem außerordentlichen Erfolg dieses Kunstwerkes unternahm der Meister im darauffolgenden Herbste einen Ausflug nach Pavia, um mit Antonio della Torre seine anatomischen Kenntnisse zu vervollkommnen. Nach Mailand zurückgekehrt, beschäftigte ihn die Ausführung der schwierigen Canalbauten von Martesana, doch findet der liebenswürdige Künstler daneben noch Muße allen Wünschen seiner jugendlichen Fürstin zu entsprechen: er baut ihr ein Bad im Schloßgarten, wählt selbst rothen Marmor für die Wände, weißen für die Badebecken aus, entwirft einen Mosaikboden dazu mit mythologischen Figuren und zeichnet mit eigener Hand die Auslaufhähne für das warme und kalte Wasser. Endlich fällt in diese Periode seine Betheiligung am Ausbau des Mailänder Domes, sowie die Vollendung des herrlichen Abendmahles im Kloster St. Maria delle Grazie. Ein Verzeichniß von des Künstlers eigener

Hand aus dem Jahre 1497 enthält ferner noch eine Reihe anderer, mannigfacher künstlerischer Arbeiten.

Zwei Jahre später kehrte Leonardo mit seinen Freunden Pacioli und Salai nach Florenz zurück, wo er mit kurzen Unterbrechungen bis 1502 weilte. Diesen Abschnitt seines Lebens kennzeichnen die Bildnisse der Ginevra Benzi und der Lisa dell' Giocondo. Im Sommer 1502 berief ihn Cesar Borgia, Sohn des Papstes Alexander VI., welcher mit dem Plan umging, ganz Oberitalien unter seiner Herrschaft zu vereinigen, als Kriegsingenieur in sein Lager; als solcher bereiste Leonardo die festen Plätze von Umbrien und der Romagna. Dieser Schritt scheint so ganz bezeichnend für den unruhigen Geist Leonardo's. Von der Stafelei, wo er vier Jahre emsig an dem holdesten Frauenbildniß gearbeitet, eilt er auf den Wall einer Festung, um die Geschütze auf die Reihen der Angreifenden zu richten. Von dieser militairischen Inspektionsreise erhielten sich Notizen in seinen Schriften, welche recht augenscheinlich zeigen, wie ihn der Wirbel seiner Ideen bald hierhin, bald dorthin mit sich fortriß, und wie er mitten im Kriegsgetümmel Muße fand zu wissenschaftlichen Betrachtungen. Am 30. Juli 1502 zeichnet er in Urbino einen Taubenschlag, ein Treppenhaus und die Citadelle; am 1. August in Pezzano einige landwirthschaftliche Geräthe, am 8. leiht er seiner Ueberraschung Ausdruck über den harmonischen Tonfall des plätschernden Wassers im öffentlichen Brunnen zu Rimini; am 11. in Cesena entwirft er den Plan einer Villa und beschreibt einen von ihm ersonnenen Karren und andere Werkzeuge zum Einbringen der Weintrauben. Am 1. September construirt er die Brücke von Cesenatico. In Piombino stellt er Betrachtungen an über den Wellenschlag der See, in Siena veranlaßt ihn eine merkwürdige Glocke zu akustischen Betrachtungen.

In Siena traf Leonardo der ehrenvolle Ruf der Signorie von Florenz, den neuen Rathhaussaal mit einem Frescogemälde

zu schmücken und bald darauf finden wir den Meister im Wettstreit mit Michel Angelo an dem berühmten Carton zur Anghiari-Schlacht arbeiten, welcher im Jahre 1507 vollendet wurde. Nach der Einnahme von Genua erbat sich Ludwig XII. von Frankreich den gefeierten Künstler nach Mailand. Ludovico Moro, welcher die Invasion der Franzosen selbst herbeigerufen, fiel ihr zum Opfer und starb nach langjähriger Gefangenschaft im französischen Kerker. Der Wunsch des siegreichen Königs galt der Signorie als Befehl, und obwohl die Ausführung seines Gemäldes in Florenz ausbedungen war, ließ man den Meister nach Mailand ziehen, wo er im Dienste des Franzosenkönigs und in der Freundschaft mit dessen allmächtigem Minister George Amboise vier glückliche, künstlerischer und wissenschaftlicher Arbeit geweihte Jahre (1507 — 1511) zubrachte. Aus dieser Zeit stammen die Portraits von Trivulcio und George Amboise, der heilige Johannes im Louvre, die Herodias und die colossale Madonna in Vaprio, dem Landgut seines Feundes Melzi, wohin er sich zeitweilig aus dem geräuschvollen Leben der Stadt zurück zog. Nach dem Abgang des George Amboise zerstob der trauliche Kreis von Gelehrten und Künstlern, den der feinsinnige Franzose um sich zu versammeln gewußt und Leonardo ging im November 1511 mit den beiden Melzi, Salai, Lorenzo und Fansoja nach Rom, wo er für Balthasar Turini eine Madonna und einen Amor malte, hauptsächlich aber mit Flugmaschinen sich beschäftigte. Zwistigkeiten mit Michel Angelo trieben ihn von Rom fort und beim Einzug Franz I. in Mailand nach der Schlacht von Marignan treffen wir ihn an der Seite des Franzosenkönigs. Leonardo begleitete den König auf dessen Siegeszuge nach Pavia, wo er wieder prächtige Feste inscenirte, und nach Bologna.

Endlich folgte der Meister bereits hoch in Jahren der Einladung Franz I. nach Frankreich. Von Vaprio aus unternahm der greise Künstler im Herbst des Jahres 1516 mit seinen

Freunden Melzi, Salai und Villanis die Reise nach Amboise. Hier gab er noch im April 1517 die Festlichkeiten an zur Taufe des Sohnes Franz I. und zur Vermählung Lorenzos di Medici, Herzogs von Urbino, mit der Tochter des Herzogs von Bourbon. Das vorgerückte Alter schien weder seiner körperlichen noch seiner geistigen Frische etwas anzuhaben. Von dem Schlößchen Cloux, das ihm Franz I. zum Wohnsitz überlassen, ritt er mit dem König auf die Jagd nach Sologne und während dieser Ausflüge faßte er den Entschluß, den Kanal von Romorentin zur Bewässerung dieses unfruchtbaren Landstriches anzulegen. Während von künstlerischen Arbeiten des Meisters aus dieser Zeit sich nichts erhielt, besitzen wir die Entwürfe dieses Kanals bis auf die Einzelheiten, die Schleusenthore, von seiner eigenen Hand gezeichnet. Derselbe wurde in der That später von Meda nach dem ursprünglichen Projekte Leonardo's ausgeführt. Die letzten Tage seines an Wechselfällen so reichen Lebens brachte Leonardo im Kreise seiner treuen Freunde Salai, Villanis und Melzi auf dem Schlößchen Cloux (heute Clos Lucé) zu und im Jahre 1519 ereilte ihn der Tod fern von der italischen Heimath.

Diese kurze Skizze der Wirksamkeit Leonardo's ließ uns Einblick thun in eine Fruchtbarkeit des Geistes, eine Ideenfülle und eine Vielseitigkeit, die uns heute kaum glaublich erscheint. Um aber die wissenschaftliche Bedeutung dieses mächtigen Geistes vollkommen zu würdigen, müssen wir uns den Zustand der Wissenschaft seiner Zeit vor Augen halten. Nicht mit einem Male konnte die Menschheit aus der mittelalterlichen Geistesrichtung sich herausreißen. Dazu mangelte zunächst der Stoff, weil man die Erfahrung so lange geflissentlich vernachlässigt hatte, dann aber auch die Methode, denn die unter dem Banne der Scholastik auf falscher Fährte irrende Denkweise erwies sich vorderhand unfähig, selbst richtig Beobachtetes genügend zu verarbeiten. Nur mit Hülfe des reichen, in den alten Schriftstellern aufgespeicherten Schatzes von Wissen und auf dem von

diesen betretenen Wege des philosophischen Denkens befreite sich die erwachende Gesellschaft allmählig von den phantastischen Anschauungen des Mittelalters. Italien, der Mutterboden klassischer Kultur, gab den natürlichen Ausgangspunkt für die neue Bewegung ab und die Italiener, unter sich uneinig und nach außen politisch machtlos, erfreuten sich während dieser Zeit des Ueberganges unbestritten der geistigen Führerschaft über das gesammte übrige Abendland.

Die literarische Bildung ging naturgemäß der künstlerischen voran: auf Dante, Petrarca, Boccacio folgten Leonardo da Vinci, Michel Angelo, Rafael. Später erst schloß sich hieran jener Aufschwung der Naturwissenschaft, der sich an den Namen Galilei knüpft.

Mit der Literatur und Kunst des klassischen Alterthums lebte auch der antike Aberglaube wieder auf und schloß mit dem christlichen Mysticismus einen frommen Bund. Zum kirchlichen Teufelsspuk gesellten sich die antiken Prodigien der Humanisten, und bei allen öffentlichen und privaten Unternehmungen wurden vorher die Sterne um ihre Meinung gefragt. Unzweifelhaft besaßen die Italiener von jeher ein offenes Auge für Naturbetrachtung, dafür finden wir ja in Dante's Divina comedia schon Belege genug; aber bis zum 16. Jahrhundert nahm zunächst der Humanismus die besten Kräfte des hochbegabten Volkes in Anspruch und während der Blüthezeit der italienischen Kunst herrschten auf dem Gebiete der Naturwissenschaften die Wahngebilde der Astrologie und Alchymie.

Leonardo war im Zeitalter der Renaissance einer der ersten, der eine philosophische Bearbeitung empirischen Naturwissens unternahm. Mit weitschauendem Blick brachte er die verschiedenartigsten Erscheinungen unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt; auf die Wellenbewegung, die ein in's Wasser fallender Stein erzeugt, gründete er eine Theorie des Schalles; den Wirkungen des fließenden Wassers auf die Form seiner Kanäle entnahm er

eine geistreiche Hypothese über die Gestaltung der Erde durch die Einwirkung der Flüsse. Zwei Lieblings-Gedanken seiner Zeit, die Quadratur des Zirkels und das Perpetuum mobile, bekämpfte er mit wissenschaftlichen Gründen.

Lange vor Bacon, den man gewöhnlich als Vater der modernen Naturforschung bezeichnet, betrat Leonardo den Weg der Induction und stellte Experimente an in der bewußten Absicht, neue physikalische Thatsachen zu entdecken. Und während der englische Schatzkanzler selbst auf naturwissenschaftlichem Gebiet unfruchtbar blieb, ja von dem Mysticismus seiner Zeit sich niemals völlig befreien konnte, wurden die Bemühungen Leonardo's, der mit freierem Geiste und mit überlegenen mathematischen Kenntnissen an die Arbeit ging, von bleibendem Erfolg gekrönt. Leonardo preist die Erfahrung als die Grundlage aller menschlichen Erkenntniß: „Denn die Erfahrung täusche niemals, nur unser Urtheil gehe manchmal irre, wenn es derselben etwas entnimmt, das nicht in ihr liegt.“ Ja, auf den gegen ihn erhobenen Vorwurf, daß er für seine Behauptungen keine Autoritäten zu nennen wisse, entgegnete er: Es sei viel werthvoller die Erfahrung, die Meisterin aller Meister, als Autor anzuführen, denn wer die Angaben Anderer wiederhole, schmücke sich mit fremden Federn. An einer anderen Stelle äußert er sich: Es giebt keine Gewißheit in den Wissenschaften, wo man nicht einige Theile der Mathematik anwenden könnte oder die nicht davon in gewisser Beziehung abhingen.

Obwohl Leonardo niemals selbstthätigen Einfluß auf die Politik seiner verschiedenen Herrscher genommen, unterließ er es nicht, im Geiste seines berühmten Landsmannes Macchiavelli Bemerkungen über Staatskunst niederzuschreiben; außerdem finden sich zerstreut in seinen Manuskripten linguistische und poetische Versuche, ethische und philosophische Betrachtungen. Es ist nicht unsere Absicht, dieselben eingehender zu würdigen und wir er-

wähnen sie nur, um das Bild der Vielseitigkeit Leonardo's zu vervollständigen.

Den naturwissenschaftlichen Leistungen Leonardo's zollen wir aber nicht deshalb Bewunderung, weil sie ein großer Künstler in seinen Mußestunden schuf; sie sind an und für sich für die Geschichte der physischen Weltanschauung von höchster Bedeutung. Aus den schon mehrfach angedeuteten Gründen fanden sie selbst bei Fachmännern nicht die gehörige Beachtung; doch sollten sie Jedem, der sich für die Geschichte der Wissenschaft interessirt, bekannt sein und Alexander v. Humboldt, der in seinem umfassenden Geiste nicht nur das gesammte Naturwissen seiner Zeit vereinte, sondern auch in das der Vergangenheit eindrang, versagte dem wissenschaftlichen Genius Leonardo's nicht die verdiente Würdigung. „Der größte Physiker des 15. Jahrhunderts“, äußert er sich im Kosmos, „welcher mit ausgezeichneten mathematischen Kenntnissen den bewundernswürdigsten Tiefblick in die Natur verband, Leonardo da Vinci, war der Zeitgenosse des Columbus; er starb drei Jahre nach ihm. Die Meteorologie hatte den ruhmgekrönten Künstler eben so viel als die Hydraulik und Optik beschäftigt. Er wirkte bei seinem Leben durch die großen Werke der Malerei, welche er schuf, und durch seine begeisterte Rede: nicht durch Schriften. Wären die physischen Ansichten des Leonardo da Vinci nicht in seinen Manuskripten vergraben geblieben, so würde das Feld der Beobachtung, welches die neue Welt darbot, schon vor der großen Epoche von Galilei, Pascal und Huygens in vielen Theilen wissenschaftlich bearbeitet worden sein. Wie Francis Bacon und ein volles Jahrhundert vor diesem, hielt er die Induction für die einzig sichere Methode in der Naturwissenschaft; dobbiamo cominciare dall' esperienza, e per mezzo di questa scoprirne la ragione.“

Beim Auftreten Leonardo's überwucherte noch der tief eingewurzelte Mysticismus sämmtliche Zweige der Naturwissenschaft,

wie er aber mit Riesenfaust die alten Kunstformen zerbrach und neue, vollkommenere an ihre Stelle setzte, so streifte er auch die den freien Flug der Gedanken beengenden Fesseln ab und eilte durch klares, vorurtheilsfreies Denken den Zeitgenossen um Jahrhunderte voraus. Seine wissenschaftliche Bedeutung liegt daher weniger in den zahlreichen technischen Erfindungen, wozu er offenbar Vorhandenes in seiner Weise benutzte, sondern vielmehr in dem wahrhaft von modernem Geiste beseelten Denken und Schließen, womit er seine mannigfachen Einzelbeobachtungen zu einem einheitlichen Ganzen verknüpfte. Bei den naturwissenschaftlichen Arbeiten bot ihm das Alterthum weder durch Stoff, noch durch die Methode bedeutenden Vorschub; im Bereich der Naturbetrachtung und der daraus gezogenen Schlüsse steht daher Leonardo vollkommen auf eigenen Füßen. Wie in der Kunst, so repräsentirt Leonardo auch in der Wissenschaft eines der mächtigsten selbstthätigen Elemente der Renaissance.

Anmerkungen.

Ueber die wissenschaftliche Thätigkeit Leonardo's, welche von den meisten seiner Biographen nur flüchtig berührt wird, berichten ausführlicher: Carlo Amoretti, Memorie storiche sulla vita, gli studj e le opere di Leonardo da Vinci. Milano 1784 und 1804. G. B. Venturi, Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de Léonard de Vinci. Paris 1797. Guillaume Libri, Histoire des sciences mathématiques en Italie depui la renaissance des lettres jusqu'à la fin du dixseptième siècle. Paris 1840. Arsène Houssaye, Histoire de Léonard da Vinci. Paris 1869. Leonardo da Vinci, Saggio delle sue opere per cura della Academia di Belli arti in

Milano 1872. Herman Grothe, Leonardo da Vinci als Ingenieur und Philosoph. Berlin 1874.

1) G. Uzielli, Ricerche interno a Leonardo da Vinci. Milano 1872.

2) Vasari, Le vite di piu eccellenti pittori e architetti. Firenze. 1846.

3) Leonardo da Vinci, Saggio delle sue opere, Milano 1872, enthält eine Heliotypie dieses merkwürdigen Schreibens.

4) Am Ende des vorigen Jahrhunderts befanden sich die meisten noch erhaltenen Manuskripte Leonardo's, über deren mannigfache Schicksale uns Mazzenta ausführlich berichtet, in der Ambrosiana in Mailand, von wo sie 1796 durch die Franzosen geraubt und nach Paris gebracht wurden. Venturi benutzte sie daselbst zu seinen Studien und bezeichnete der leichteren Orientirung halber die dreizehn Folianten mit den lateinischen Buchstaben A bis N. Nach dem Friedensschluß 1815 gaben die Franzosen nur den letzten (mit N bezeichneten), den sogenannten Codex Atlanticus der die meisten technischen Skizzen enthält, an die Ambrosiana zurück; die übrigen werden gegenwärtig noch in der Bibliothek der Academie in Paris aufbewahrt. Ueber die eigenthümliche Schreibweise Leonardo's wurden mancherlei Vermuthungen angestellt. Während die einen darin eine Geheimthuerei erblicken wollten, führen sie andere auf die von Lomazzo und Vasari erwähnte Linkshändigkeit Leonardo's zurück.

5) Den ersten Druck dieser Abhandlung veranstaltete Rafael Dufresne in Paris 1651 nach zwei höchst mangelhaften Abschriften des Originalmanuscripts: Trattato della pittura di Lionardo da Vinci, nuovamente dato in luce con la vita dell' istesso autore, scritta da Rafaelle du Fresne. In Parigi 1651. Dieser beträchtlich verkürzten Fassung des Malerbuchs mit 365 Capiteln folgen die spätern französischen und italienischen Ausgaben, sowie die deutsche: Des vortrefflichen Florentinischen Mahlers Leonardo da Vinci höchst nützlicher Traktat von der Mahlerei. Aus dem Italienischen und Französischen in das Deutsche übersetzt von Johann Georg Böhm. Nürnberg 1724. Aber auch die ausführlichere römische Handschrift mit 912 Capiteln, welche Manzi zu seiner Ausgabe: Trattato della pittura di Lionardo da Vinci, tratto da un codice della Biblioteca vaticana. Roma 1817. benutzte, ist keine eigenhändige Leonardo's und nur ein Bruchstück des ursprünglichen Werks. Aehnlich verhält es sich mit dem Trattato del moto e misura dell' aqua, welcher im Jahre 1828 in Bologna in der Sammlung: Raccolta degli autori sull moto dell' aqua erschien. Max Jordan, das

Malerbuch des Leonardo da Vinci. Jahrbücher für Kunstwissenschaft. V. 1873.

6) Marx, über M. della Torre und Leonardo da Vinci, die Begründer der bildlichen Anatomie. Göttingen 1849. Karl Langer, Historisch. Notiz über Leonardo da Vinci. Sitzungsberichte der K. Acad. Wien. 1867

7) G. Uzielli, Sopra alcune osservazione botaniche di Lionardo da Vinci. Nuovo Giornale Botanico Italiano. 1869.

8) Varchi, Questione sull' alchimia (1544) Firenze 1827.

9) Ghaligai, Summa de Arithmetica, Firenze 1521, giebt eine gute Uebersicht über die Kenntnisse in der abstrakten Mathematik am Beginn des 16. Jahrhunderts. Ueber die Verdienste Leonardo's um die theoretische Mechanik und die Maschinenkunde siehe Grothe a. a. O.

10) A. v. Humboldt. Kosmos II. S. 185.

11) Lomazzo. Idea del tempio della pittura. Milano. 1590.

12) Franzesco di Giorgio Martini, Archittetura civile e militare, Turin 1841, 2. Auflage von Carlo Promis. Ueber die von Leonardo eingeführten Vervollkommnungen der Feuerwaffen handelt: Angelucci, Documenti inediti per la storia delle armi da fuoco Italiane.

13) Cialdi Allessandro, Leonardo da Vinci fondatore della dottrina sul moto ondoso del maro. Il Polytechnico 1873.

14) Targioni, Ragionamento sulla Valdinievole, Firenze 1761.

15) Scilla, La vana speculazione. Napoli. 1670.

16) Pacioli, De divina proportione. Venetiis 1509, in welchem Werke nicht allein die Zeichnungen, sondern auch ein Theil des kunsttheoretischen Inhalts auf Leonardo zurückzuführen sein dürfte.

(518)

Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm) in Berlin, Schönebergerstr. 17a.


U.C. BERKELEY LIBRARIES
C026057727

